

Übungen (6) zur Experimentalphysik IV „Moderne Physik“

Ss 2006

Ausgabe: Mo., 22.05.06

Rückgabe: Do., 01.06.06 (in Vorlesung)

Übungsgruppen:

dienstags 14 h – 16 h in SR E3 (1.4.31)

mittwochs 10 h – 12 h in SR E1 (1.1.26)

13. a) Zeichne und erläutere die Bauweise eines Mach-Zehnder-Interferometers.
b) Gib mindestens zwei Formen an, in denen man Interferenz nach dem zweiten Strahlteiler nachweisen kann.
c) Welche Eigenschaften der Gitterbeugung macht man sich nutzbar, wenn man, statt Spiegel und Strahlteiler im klassischen Mach-Zehnder-Interferometer, nanofabrizierte oder Kristall- oder Licht-Gitter verwendet? Wie lässt sich die relative Intensität der benutzten Teilstrahlen beeinflussen (sowohl im klassischen optischen Interferometer wie im Atomstrahl-Interferometer)? Wieso ist die Verwendung solcher Gitter unvermeidlich bei kurzen Wellenlängen, wie sie z. B. bei Atomstrahlen vorkommen?
14. Im Atom-Interferometer der MIT-Gruppe von D. E. Pritchard wird ein optisches Interferometer zur Messung und Steuerung des 2. Gitters des Atom-Interferometers eingesetzt.
a) Welche Wellenlängen, Gitterabstände, Beugungswinkel (evtl. weitere Eigenschaften) werden für das optische bzw. das Atom-Interferometer eingesetzt?
b) Wieso hängt der „relative Kontrast“ (Definition angeben!) des Interferenzmusters von der Wellenlänge λ_{Photon} des streuenden Lichtstrahles ab? Warum wird dieser Kontrast in relativen Abstandseinheiten $d/\lambda_{\text{Photon}}$ der beiden Atom-Strahlwege aufgetragen?
15. In Volume III, Kapitel 1-6 seiner „Lecture on Physics“ beschreibt Feynman dieses Experiment in vereinfachter Form (Fig. 1-4) und befindet, dass das Elektron auf seinem Weg durch Spalt 1 bzw. 2 aufgrund des streuenden Photons entscheidend in seiner Bewegung gestört wird so, dass kein Interferenzmuster mehr detektierbar ist. Letzteres Beobachtungsergebnis kann unter bestimmten Bedingungen eintreten, die Begründung stimmt aber nicht, wie das Experiment mit dem MIT-Interferometer zeigt. Wie hat die Begründung für den Verlust des Interferenzmusters richtig zu lauten und unter welchen Bedingungen ist Interferenz trotz Streuung der Photonen zu beobachten?

Literaturaufgaben (reading assignment):

für die Aufgabenbearbeitung: (2.f) M. S. Chapman, D. E. Pritchard et al.; PRL 75 (1995) 3783 - 3787 sowie ergänzender Überblick:

(2.g) D. E. Pritchard et al., Ann. Phys. 10 (2001) 35 – 54

bis Do., 1.6.06: (4d) Überblicksartikel von A. Aspect: „Experimental Tests of Bell’s Inequalities“, Europhys. News 22 (1991) 73 und Atomic Physics 8 (1982) 103-128 sowie „Bell’s Theorem: The Naive View of an Experimentalist“ aus „Quantum [Un]speakables – From Bell to Quantum information“, eds. R. A. Bertlmann and A. Zeilinger, Springer (2002)

Für Interessierte empfiehlt sich ein Blick in die Originalartikel zu EPR Experiment und Bell's Ungleichungen:

4a. A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, Phys. Rev. 47 (1935) 777 und

N. Bohr, following article; "Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?" und aus

4b. J. S. Bell: "Speakable and Unspeakable in Quantum Mechanics", Collected Papers Cambridge, Univ. Press 1987, Kap. 16

Das Literaturverzeichnis finden Sie im Internet unter:

<http://www.physik.fu-berlin.de/~simons/Literaturliste06.htm>

Die Übungsblätter finden Sie auch im Internet unter:

<http://www.physik.fu-berlin.de/~simons/Uebungen06.html>